

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

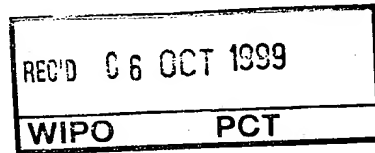
THIS PAGE BLANK (USPTO)

09/581377

PCT/EP 99/01764

BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 99 101769



EPO - DG 1

21. 09. 1999

(74)

5

Bescheinigung

Die LIS Laser Imaging Systems GmbH & Co KG in Jena/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplattensubstraten"

am 4. Juli 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 05 K und B 23 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. Mai 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 29 986.9

Keller

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Patentanwälte
GEHR, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
European Patent Attorneys
MÜNCHEN – JENA

Büro München / *Munich Offices*: Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices*: Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (036 41) 2 91 50 · Telefax: (036 41) 2 91 51

u.Z.: Pat 9026/1-98 DE

Jena, 03. Juli 1998

LIS Laser Imaging Systems GmbH
Prüssingstraße 41

07745 Jena

* * *

„Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplattensubstraten“

* * *

Büro München / *Munich Offices*: Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (0 89) 5 46 15 20 · Telefax: (0 89) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices*: Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (0 36 41) 2 91 50 · Telefax: (0 36 41) 29 15 21

LIS Laser Imaging Systems
u.Z.: Pat 9026/1-98 DE

Jena, 03.07.1998

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplattensubstraten (2), bei denen die Substratoberfläche mit einer fotoempfindlichen Schicht versehen ist, das Leiterplattensubstrat (2) relativ zu einem Belichtungssystem ausgerichtet wird und dann die Substratoberfläche in X- und in Y-Richtung mit einem Laserstrahl (14) abgetastet wird, wobei der Laserstrahl (14) moduliert und dabei der fotoempfindlichen Schicht das Leiterbild aufgeprägt wird.

Erfindungsgemäß wird das Leiterplattensubstrat (2) zunächst grob ausgerichtet und danach eine Kontrollabtastung des Leiterplattensubstrates (2) mit dem Laserstrahl (14) vorgenommen. Während der Kontrollabtastung wird der Laserstrahl (14) so moduliert, daß keine wirksame Belichtung der fotoempfindlichen Schicht erfolgt, sondern lediglich optisch wahrnehmbare Markierungen auf Detektionseinrichtungen projiziert werden.

Dabei werden die Ist-Positionen dieser Markierungen ermittelt, diese einem Vergleich mit den Soll-Position unterzogen und schließlich Korrekturdaten errechnet, die einer Positionsänderung des Leiterplattensubstrates (2) und/oder einer Änderung der Modulations-Daten zugrundegelegt werden. Erst dann erfolgt die Belichtung des Leiterplattensubstrates (2).

Fig.3

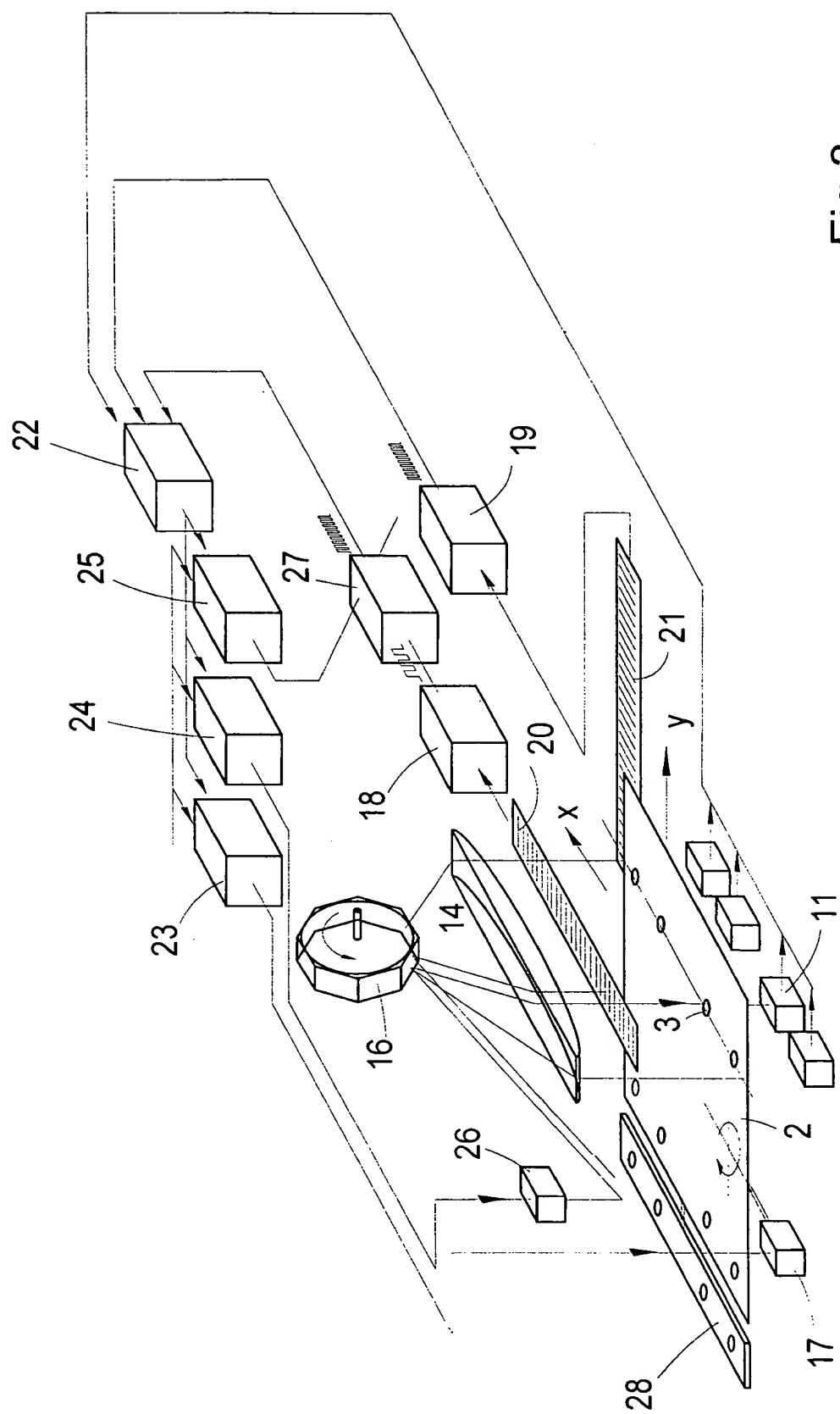


Fig. 3

Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplattensubstraten

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplatten-substraten, bei dem ein an seiner Oberfläche zumindest abschnittsweise mit einer fotoempfindlichen Schicht versehenes Leiterplattensubstrat anhand von Markierungen, deren räumliche Lage charakteristisch ist für die Lage und/oder für die Maßhaltigkeit des Leiterplattensubstrates, relativ zu einem Belichtungssystem ausgerichtet wird und bei dem nach dieser Ausrichtung die Oberfläche des Leiterplattensubstrates zumindest abschnittsweise Ort für Ort in X-Richtung und Zeile für Zeile in Y-Richtung mit einem Laserstrahl abgetastet wird, wobei der Laserstrahl in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Leiterbild-Layout in seiner Intensität und/oder seinen spektralen Eigenschaften moduliert und dabei der fotoempfindlichen Schicht das Leiterbild-Layout aufgeprägt wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Herstellung von Leiterplatten ist die Übertragung des beispielsweise mit einem CAD-Programm entworfenen Leiterbild-Layouts auf ein resistbeschichtetes Leiterplattensubstrat erforderlich. Das geschieht in herkömmlicher Weise nach dem sogenannten Kontaktbelichtungs-Verfahren, bei dem das Leiterbild zunächst auf einer Maske, wie z.B. einer Filmschablone oder einem Glasmaster, abgebildet und von dort mit Hilfe einer UV-Lichtquelle auf das Leiterplattensubstrat übertragen wird. Bei dieser Technologie liegt die erzielbare Strukturbreite im Bereich $>80\mu\text{m}$, lediglich unter Laborbedingungen auch darunter. Der Übergang zu kleineren Strukturbreiten mit diesem Verfahren wird durch Probleme erschwert, die ihren Ursprung u.a. im Steuerricht, in der Welligkeit des Substrates und in Dimensionsinstabilitäten der Filmmaske haben.

Bei jüngeren Leiterplatten-Fertigungstechnologien, bei denen das Leiterbild auf dünne flexible Träger aufgebracht wird, entstehen weitere Probleme durch die Instabilität des

Basismaterials selbst, die nur durch Verwendung gesondert angepaßter Masken kompensiert werden können, wodurch der Aufwand für die Maskenherstellung unvertretbar hoch ansteigt.

Um der Forderung der Industrie nach Herstellungstechnologien gerecht zu werden, durch die auch Kleinserien von Leiterplatten wirtschaftlich gefertigt werden können, wurden Verfahren und Einrichtungen entwickelt, mit denen die Leiterbilder bzw. das Leiterplatten-Layout direkt auf das Substrat, wie beispielsweise mit Trockenfilmresist beschichtete, kupferkaschierte Platten, abgebildet werden können. Das wird erreicht, indem mit Hilfe eines in Abhängigkeit vom Leiterbild-Layout modulierten Laserstrahles der Resist Ort für Ort und Zeile für Zeile abgetastet und dabei je nach Vorgabe durch die Modulation an den Stellen belichtet oder nicht belichtet wird, die der jeweiligen Ablenkposition des Laserstrahles entsprechen.

Gegenüber der herkömmlichen Fertigungstechnologie entfällt die teure Vorlagenproduktion von Filmen bzw. Glasmastern, der Umfang der anfallenden Schadstoffe in Form von Schwermetallösungen und Ammoniak bei der Film- und Glasmasterproduktion geht zurück, die schnellere Durchlaufzeit bei Kleinserien ermöglicht eine wirtschaftlichere Produktion von Leiterplatten und größere Leiterplattenserien können mit höherer Wirtschaftlichkeit anlaufen, da entscheidende Prozeßparameter über das Direktbelichtungssystem ermittelt und beeinflußt werden können, wie beispielsweise Datentests, Speizfaktoren, Ätzzuschläge, Positiv- und Negativbelichtung usw.

Eine Qualitätssteigerung bei der Herstellung der Leiterplatten ergibt sich bereits aus dem Wegfall der Fehlerquellen von Filmen oder Glasmastern, die als Wiederholungsfehler auf das Leiterplattensubstrat übertragen werden. Ein feiner strukturiertes Leiterbild ist ebenfalls erzielbar, da die mit der Verfilmung von Druckvorlagen verbundenden negativen Auswirkungen, wie beispielsweise Ausdehnung oder Kontraktion aufgrund von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen, sowie durch Fremdkörper verursachte Schäden bei der Laserdirektbelichtung nicht möglich sind.

Allerdings werden mit der Möglichkeit, kleinere Strukturbreiten erzielen zu können, die Anforderungen an die Leiterbildgenauigkeit, an die Ablenkgenauigkeit des Laserstrahles und vor allem an die Ausrichtgenauigkeit des Leiterplattensubstrates relativ zur Belichtungseinrichtung höher.

Zum Zweck der Ausrichtung weisen gedruckte Leiterplatten typischerweise Justiermarken auf, die in der Nähe der Ränder oder Ecken der Leiterplatte an festgelegten Bezugspunkten relativ zu der auf die Platte gedruckten Schaltkreisanordnung aufgebracht sind. Die Justiermarken werden als Orientierung für das Bohren von Löchern verwendet, die während des Herstellungs- und Prüfprozesses immer wieder zur Ausrichtung dienen, indem die Platte auf Montierstifte aufgesteckt wird.

Nachteilig bei der Ausrichtung der Leiterplatten anhand dieser Stiftlöcher ist die Tatsache, daß die Positionen der Stiftlöcher von Leiterplatte zu Leiterplatte mit Fertigungstoleranzen behaftet sind, deren Ursache in den zur Herstellung verwendeten Bohrwerkzeugen, Bohrmaschinen usw. liegen. Dieses Problem wiegt um so schwerer, als die Stukurbreiten auf der Leiterplatte immer kleiner werden und eine genauere Deckung von Leiterplatte zu Leiterplatte nur durch eine Erhöhung der Ausrichtgenauigkeit erzielbar ist.

Zum Ausgleichen solcher Ungenauigkeiten dient ein in der Offenlegungsschrift DE 43 42 645 A1 beschriebenes Ausrichtsystem für Leiterplatten, bei dem eine Anordnung von Prüfsonden in Kontakt mit einer Anzahl von Prüfpunkten in einer auf die Platte gedruckten Schaltkreisanordnung gehalten wird. Die Schaltkreisanordnung ist auf der Platte positioniert in Bezug auf Justiermarken oder andere Bezugspunkte. Weiterhin ist in der Platte ein Stiftloch vorgesehen, das ebenfalls bezüglich der Schaltkreisanordnung positioniert ist und unter Verwendung der Justiermarken als Positionierhilfe für das Bohrwerkzeug dient. Die Aufnahmevorrichtung enthält einen Montierstift, auf den die Leiterplatte mit dem Stiftloch aufgesteckt wird, wodurch die gedruckte Schaltkreisanordnung in einer fixierten Position relativ zu den Prüfsonden gehalten wird. Nun werden die Justiermarken mit Hilfe einer Abtastvorrichtung abgetastet, welche ein Ausgangssignal erzeugt, das für die Ausrichtung oder Fehlausrichtung der Prüfsonden im Hinblick auf die Prüfpunkte in der Schaltkreisanordnung repräsentativ ist.

Die Position des Montierstiftes ist verstellbar, wobei mit der Verstellung des Montierstiftes die Leiterplatte relativ zu Vorrichtung verschiebbar und dadurch eine Fehlausrichtung der Prüfsonden relativ zur Schaltkreisanordnung korrigierbar ist. Das Ausgangssignal der Abtasteinrichtung zeigt die Größe und Richtung der erforderlichen Verschiebung des Montierstiftes und damit der Platte an. Nachteilig bei diesem Ausrichtsystem ist der relativ hohe Zeitaufwand, der erforderlich ist, um die Platte genau

auszurichten. Zur Verkürzung der Produktionsvorlaufzeiten bei der Leiterplattenherstellung ist dieses Ausrichtsystem deshalb nicht geeignet.

Im „Handbuch der Leiterplattentechnik“ von Herrman/Egerer, Band 2, Eugen G. Leuze Verlag 1991, ist auf den Seiten 180 ff. das Prinzip der Laser-Direktbelichtung kurz erläutert. Hier ist auch ein Beispiel für ein optisches Positioniersystem im Zusammenhang mit der Direktbelichtung beschrieben, bei dem eine Halbleiterkamera, ein Bildprozessor, ein Datenprozessor und eine Rotationsausgleichsbühne Hauptbestandteile sind. Während des Betriebes dieses Ausrichtungssystems werden die Positionen der Ausrichtungsöffnungen in der Platte mit der Halbleiterkamera gemessen, um danach die Koordinatensysteme der Belichtungseinheit und der Leiterplatte in Übereinstimmung bringen zu können. Nachdem beide Koordinatensystem in Übereinstimmung gebracht worden sind, kann mit der Abbildung des Leitbildes an der jeweiligen Position begonnen werden. Beim Aufbau der hier vorgeschlagenen Anordnung ist ein relativ hoher gerätetechnischer Aufwand zu betreiben, weil neben der Belichtungseinrichtung mit der Ablenkeinheit für den Laserstrahl in den Koordinaten X und Y eine komplette Bildeinrichtung mit Halbleiterkamera, Bildprozessor, Datenprozessor usw. erforderlich ist. Außerdem verbleiben stets Fehler zwischen dem Koordinatensystem der Belichtungseinheit und dem Koordinatensystem des Meßaufbaus, der lediglich zur Ermittlung der Lage der Leiterplatte vorgesehen ist.

Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der vorgenannten Art zur Belichtung von Leiterplattensubstraten derart weiterzubilden, daß eine höhere Genauigkeit bei der Übertragung des Layouts auf das Leiterplattensubstrat erzielt wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem das Leiterplattensubstrat zunächst manuell grob zur Belichtungseinrichtung ausgerichtet und danach eine Kontrollabtastrung des Leiterplattensubstrates mit dem Laserstrahl vorgenommen wird. Während der Kontrollabtastrung wird der Laserstrahl so moduliert und/oder so auf die Substratoberfläche gerichtet, daß keine wirksame Belichtung der fotoempfindlichen Schicht erfolgt.

Während dieser Kontrollabtastrung werden optisch wahrnehmbare Markierungen, beispielsweise auf das Leiterplattensubstrat aufgebrachte Marken, Kontrollbohrungen oder Grenzschichten zwischen optisch unterschiedlich wirksamen Flächenabschnitten

der Substratoberfläche, deren Lage charakteristisch ist für die Ausrichtung des Leiterplattensubstrates relativ zum Belichtungssystem, auf eine Detektionseinrichtung oder mehrere Detektionseinrichtungen projiziert, wobei vom Ausgang der Detektionseinrichtung bzw. der Detektionseinrichtungen Positionssignale für diese Markierungen ausgegeben werden, wenn der Laserstrahl eine solche Markierung passiert.

Aus den Positionssignalen werden Daten für die Ist-Positionen dieser Markierungen errechnet und die errechneten Daten einem Vergleich mit Daten der Soll-Positionen dieser Markierungen zugrundegelegt. Als Soll-Positionen sind in diesem Zusammenhang die Positionen zu verstehen, die die Markierungen als Voraussetzung für eine exakte Belichtung hätten einnehmen müssen. Aus dem Vergleich werden Korrekturdaten gewonnen. Anhand der Korrekturdaten wird eine Positionsänderung des Leiterplattensubstrates und/oder eine Änderung der den Ablenkpositionen des Laserstrahles zum Zweck der Belichtung zugeordneten Modulations-Daten veranlaßt. Schließlich erfolgt nach der Positionsänderung und/oder nach der Änderung der Modulations-Daten die Belichtung des Leiterplattensubstrates.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Kontrollabtastung mit einem Laserstrahl erfolgt, der im Hinblick auf seine Intensität und/oder seine spektralen Eigenschaften so moduliert ist, daß kein Belichtungsvorgang in der fotoempfindlichen Schicht ausgelöst wird.

Alternativ zu dieser Ausgestaltung ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Kontrollabtastung mit einem Laserstrahl erfolgt, der zwar die Intensität und/oder die spektralen Eigenschaften des Belichtungsstrahles aufweist und der insofern einen Belichtungsvorgang der fotoempfindlichen Schicht auslöst, mit dem jedoch nicht die Flächen des Leiterplattensubstrates abgetastet werden, die dem Leiterbild vorbehalten sind, sondern der lediglich auf Flächenabschnitte des Leiterplattensubstrates gerichtet wird, in denen sich die vorgenannten Markierungen befinden.

Wird die Kontrollabtastung des Leiterplattensubstrates mit einem Laserstrahl vorgenommen, dessen Intensität zu gering ist, um fotochemische Veränderungen der fotoempfindlichen Schicht zu veranlassen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, nach Ende der Kontrollabtastung die Intensität der Laserstrahlung zu erhöhen oder auf eine Laserstrahlung anderer, den Fotoresist beeinflussende Wellenlänge umzuschalten.

Das kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß in der Belichtungseinrichtung Ein- oder Mehrlinienlaser vorgesehen sind, denen ein Strahlvereiniger sowie ein akusto-optisch durchstimmbarer Filter (AOTF) und/oder ein akusto-optischer Modulator (AOM) nachgeschaltet sind. Auf diese Weise ist es leicht möglich, mit derselben Scan-Einrichtung das Leiterplattensubstrat sowohl bezüglich seiner Ist-Position mit einem Kontrollstrahl abzutasten als auch unmittelbar folgend die Belichtung des Fotoresistes vorzunehmen.

Bevor jedoch mit der Belichtung begonnen wird, erfolgt in den vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrensschritten die Korrektur der Ausrichtung des Leiterplattensubstrates relativ zur Belichtungseinrichtung und/oder die Korrektur der Modulations-Daten in Abhängigkeit von der jeweiligen Ablenkposition des Laserstrahles.

Mit der Korrektur der Modulations-Daten in Abhängigkeit von der jeweiligen Ablenkposition des Laserstrahles erreicht man, daß nicht nur schlechthin Lageabweichungen des Leiterplattensubstrates zur Soll-Position korrigiert, sondern auch Maßabweichungen, die beispielsweise ihre Ursache in Fertigungstoleranzen oder geometrischen Verformungen des Substrates haben, ausgeglichen werden können, wie noch zu zeigen sein wird.

In verschiedenen Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, daß die auf dem Leiterplattensubstrat vorhandenen optisch wahrnehmbaren Markierungen Grenzschnitten in Form von Übergängen zwischen geneigten und damit die Richtung des Laserstrahles unterschiedlich beeinflussenden Flächenabschnitten, von Übergängen zwischen transparenten und nichttransparenten Flächenabschnitten oder von Übergängen zwischen Flächenabschnitten unterschiedlicher Reflexionseigenschaften sind. So lassen sich auch auf Leiterplatten für die herkömmliche Fertigung vorhandene Kontrollbohrungen, die ursprünglich zur Positionierung des jeweiligen Substrates mit Hilfe von Montagestiften vorgesehen sind, vorteilhaft als „transparente“ Flächen nutzen, während die übrige Substratfläche für den Laserstrahl nicht transparent ist.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zur Belichtung einer Serie von Leiterplattensubstraten, von denen jedes mindestens vier durch das Leiterplattensubstrat hindurchgehende Kontrollbohrungen aufweist, deren Abstände zueinander bei allen Leiterplattensubstraten identisch sind und deren Lage deshalb charakteristisch ist für die Ausrichtung der Leiterplattensubstrate in Bezug auf das Belichtungssystem, ist

vorgesehen, daß jeder Kontrollbohrung eines Leiterplattensubstrates ein Kontrollareal auf dem Auflagetisch zugeordnet wird.

Nun wird eine manuelle Grobausrichtung des Leiterplattensubstrates zunächst so vorgenommen, daß von jeder Kontrollbohrung mindestens ein Abschnitt ihres Umfanges, bevorzugt jedoch der gesamte Umfang, innerhalb des zugeordneten Kontrollareales liegt.

Danach werden die Kontrollareale mit einem Laserstrahl Ort für Ort in X-Richtung und Zeile für Zeile in Y-Richtung abgetastet, wobei der Laserstrahl jeweils dann ein Positionssignal an einer Detektoreinrichtung auslöst, wenn er in X-Richtung über den Umfang der Kontrollbohrung hinweg abgelenkt wird. Das geschieht dadurch, daß der abgelenkte Laserstrahl dann auf die Detektionseinrichtung trifft und von dieser registriert wird, wenn die Ablenkung über das nicht transparente Leiterplattensubstrat hinweg zum Bohrungsumfang hin erfolgt und die Kante des Bohrungsumfanges passiert. So ermittelt beispielhaft in genau dieser Ablenkposition $y_1; x_{1E}$ des Laserstrahles die Detektionseinrichtung ein Signal „Licht ein“ bzw. „Empfang“. Trifft der Laserstrahl bei weiterer Ablenkung auf der gegenüberliegenden Seite des Bohrungsumfanges wieder auf das Leiterplattensubstrat, liegt für genau diese Ablenkposition $y_1; x_{1A}$ am Ausgang der Detektionseinrichtung ein Signal „Licht aus“ bzw. „kein Empfang“ an.

Für jedes Kontrollareal werden nun die Positionssignale erfaßt, dabei jedem Positionssignal die entsprechende Ablenkposition des Laserstrahles als Wertepaar von $y_n; x_{nE}$ bzw. $y_n; x_{nA}$ zugeordnet und als Koordinatenmatrizen gespeichert. In der Folge wird unter Anwendung bekannter mathematischer Beziehungen aus jeder Koordinatenmatrix die aktuelle Lage des Mittelpunktes der zugehörigen Kontrollbohrung errechnet und als Ist-Position gespeichert.

Die Lage der Mittelpunkte aller vier Kontrollbohrungen ist damit ein Maß für die Ist-Position des Leiterplattensubstrates. Die Ist-Positionen werden nunmehr einem Vergleich mit den Soll-Positionen unterzogen, aus dem Vergleich Korrekturdaten gewonnen und anhand der Korrekturdaten eine Positionsänderung des Leiterplattensubstrates und/oder eine Änderung der den jeweiligen Ablenkpositionen für den Laserstrahles beim späteren Belichtungsdurchlauf zugeordneten Modulations-Daten vorgenommen.

Die Änderung bzw. Korrektur der Ablenkpositionen für den Laserstrahl nach der Bestimmung der Ist-Position des Leiterplattensubstrates und nach dem Vergleich mit dessen Soll-Position hat den Vorteil, daß eine unter Umständen zeitaufwendige Positionsänderung des Leiterplattensubstrates entfallen kann. Die Umrechnung der Modulationsdaten ist wesentlich schneller möglich. Hierdurch wird das Koordinatensystem der Ablenkeinrichtung rechnerisch dem Koordinatensystem des Leiterplattensubstrates angeglichen, was durch rechnerische Drehung und/oder durch rechnerische Verschiebung in X- bzw. Y-Richtung vorgenommen wird, so daß beim Belichtungsdurchlauf der Laserstrahl an genau der vorgesehenen Ablenkposition mit der dieser Ablenkposition zugeordneten Intensität moduliert ist, um an dieser Stelle des Leiterplattensubstrates eine Belichtung des Fotoresistes zu bewirken.

Nach erfolgter Korrektur wird anstelle der Abtastung mit dem unmodulierten Laserstrahl die Belichtung mit dem modulierten Laserstrahl vorgenommen.

Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens. Diese Anordnung ist mit einem Belichtungssystem für Leiterplattensubstrate ausgestattet, in dem eine oder mehrere Laserlichtquellen zur Erzeugung eines Laserstrahlenganges, eine Modulationseinrichtung zur Variation der Intensität und/oder der spektralen Zusammensetzung der Laserstrahlung, eine Ablenkeinrichtung für den Laserstrahl in mindestens den Koordinaten X,Y, eine Ansteuereinrichtung für die Modulations- und für die Ablenkeinrichtung und ein Aufnahmetisch für Leiterplattensubstrate vorgesehen sind, wobei die Leiterplattensubstrate Kontrollbohrungen aufweisen, die zur Ausrichtung des Leiterplattensubstrates relativ zum Belichtungssystem dienen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß in dem Auflagetisch Durchbrüche vorhanden sind, die bei manueller Ausrichtung eines Leiterplattensubstrates relativ zum Belichtungssystem mindestens von einem Teil der Umfangskante einer Kontrollbohrung überdeckt werden. Die Anzahl der Kontrollbohrungen entspricht dabei der Anzahl der Durchbrüche im Aufnahmetisch. An der der Auflagefläche des Auflagetisches entgegengesetzten Seite ist mindestens eine Detektionseinrichtung angeordnet, die zu den Durchbrüchen so positioniert ist, daß ein senkrecht auf die Auflagefläche gerichteter Laserstrahl bei Durchgang durch eine Kontrollbohrung im Leiterplattensubstrat und durch den Durchbruch im Auflagetisch ein Empfangssignal in der Detektionseinrichtung auslöst.

Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, daß der Auflagetisch vier Durchbrüche aufweist und jedem Durchbruch eine Detektionseinrichtung zugeordnet ist, wobei der Detektionseinrichtung in Empfangsrichtung eine fokussierende Linsenordnung vorgeschaltet sein kann.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig.1 ein auf einem Auflagetisch grob ausgerichtetes Leiterplattensubstrat
- Fig.2 den Ausschnitt eines Querschnittes durch den Auflagetisch
- Fig.3 den prinzipiellen Aufbau einer Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

In Fig.1 ist ein Auflagetisch 1 für ein Leiterplattensubstrat 2 dargestellt. Das Leiterplattensubstrat 2 ist an seiner Oberfläche mit einem Fotoresist (zeichnerisch nicht dargestellt) beschichtet, der zur Belichtung auf der Grundlage der Layout-Daten für ein Leiterbild vorgesehen ist, wobei während der Belichtung dem Fotoresist das Leiterbild aufgeprägt wird und danach in an sich bekannter Weise die Leiterplatte hergestellt wird.

Die Belichtung erfolgt durch einen Laserstrahl, der Ort für Ort in Richtung X und Zeile für Zeile in Richtung Y relativ zum Leiterplattensubstrat 2 bewegt wird, was sowohl durch Ablenkung des Laserstrahles in den Koordinaten X,Y als auch durch Ablenkung des Laserstrahles nur in der Koordinate X bei gleichzeitiger Bewegung des Leiterplattensubstrates 2 in Richtung Y erfolgen kann. Während der Abtastung wird der Laserstrahl bezüglich seiner Intensität moduliert, wobei diese Modulation in Abhängigkeit von den Layout-Daten erfolgt und dabei der Fotoresist entsprechend den Layout-Daten beeinflußt wird.

In jeder Abtastposition x;y ist demzufolge der Laserstrahl mit einer vorgegebenen Intensität moduliert, die eine Veränderung im Fotoresist bewirkt oder nicht bewirkt, je nach vorgegebener Ablenkposition und in Übereinstimmung mit den Layout-Daten. Die Belichtungseinrichtung, von welcher der Laserstrahl ausgeht, ist in Fig.1 zeichnerisch nicht dargestellt; ebenso nicht die Ablenkeinrichtung.

Eine wichtige Voraussetzung bei der Belichtung des Leiterplattensubstrates 2 bzw. des Fotoresistes ist die genaue Ausrichtung zum Koordinatensystem der Belichtungseinrichtung. Nur damit ist gewährleistet, daß die aufeinander folgenden Belichtungen beider Seiten des Leiterplattensubstrates 2 einen geometrisch definierten Bezug zueinander erhalten (Überdeckung) und somit die Bohrbarkeit des Leiterplattensubstrates 2 gegeben ist.

Zum Zweck der genauen Ausrichtung verfügt das Leiterplattensubstrat 2 beispielhaft über vier Kontrollbohrungen 3,4,5 und 6, die jeweils nahe der Ecken des viereckigen Leiterplattensubstrates 2 eingebracht sind. Die Abstände der Kontrollbohrungen 3 bis 6 sind auf allen Leiterplattensubstraten 2 einer Serie gleich, so daß ihre Lage eine Bezugsgröße für das positionsgerechte Aufbringen des Leiterbildes ist. Nach dem bisherigen Stand der Technik werden Leiterplattensubstrate vor der Belichtung anhand der Kontrollbohrungen mit Hilfe von Montierstiften ausgerichtet, was jedoch (wie bereits dargelegt) nachteilig ist. Auch bei den Verfahren nach dem Stand der Technik, bei denen eine gleichzeitige Belichtung beider Leiterplattenseiten vorgesehen ist, erfolgt die Ausrichtung der beiden Leiterbilder, von denen jeweils eines einer Leiterplattenseite zugeordnet ist, durch Ausrichtung der entsprechenden Filmschablonen zueinander vor Beginn der Belichtung z. B. wiederum mit Hilfe von Montierstiften.

Um nun eine genauere und auch weniger zeitaufwendige Positionierung als Voraussetzung einer präzisen Belichtung des Leiterplattensubstrates 2 vornehmen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, das Leiterplattensubstrat 2 zunächst manuell auf dem Auflagetisch 1 so zu positionieren, daß jede der Kontrollbohrungen 3 bis 6 innerhalb eines ihr zugeordneten Kontrollareales 7 bis 10 zu liegen kommt. Das heißt, beim manuellen Auflegen des Leiterplattensubstrates 2 auf den Auflagetisch 1 wird darauf geachtet, daß beispielhaft die Kontrollbohrung 3 im Kontrollareal 7 liegt, die Kontrollbohrung 4 im Kontrollareal 8 usw.

Nunmehr wird die Belichtungseinrichtung in Betrieb genommen, wobei jedoch mit dem Belichtungsstrahlengang nicht das gesamte Leiterplattensubstrat, sondern lediglich die Kontrollareale 7 bis 10 abtastet werden. Jedes Kontrollareal wird dabei Ort für Ort in Richtung X und Zeile für Zeile in Richtung Y abgetastet. Während dieser Abtastung wird der Laserstrahl je nach Lage der innerhalb eines Kontrollareales 7 bis 10 liegenden Kontrollbohrungen 3 bis 6 über die Kanten dieser Bohrung geführt.

In Fig.2 ist beispielhaft anhand des Kontrollareales 7, das die Ausdehnung A hat, zu erkennen, daß sich im Auflagetisch 1 unterhalb des Kontrollareales 7 ein optoelektronischer Empfänger 11 befindet, auf den über eine Optik 12 der Kantenübergang 13, der dem Umfang der Kontrollbohrung 3 entspricht, projiziert wird, sobald der Laserstrahl 14 diesen Kantenübergang 13 passiert. Die Optik 12 kann beispielhaft in einer Gehäuseöffnung des Empfängers 11 angeordnet sein. Tritt der Laserstrahl 14 über den Kantenübergang 13 in die Bohrung ein, registriert der Empfänger 11 ein Signal „Licht ein“. Dieses Signal wird der Abtastposition x, y zugeordnet, die der Laserstrahl beim Kantenübergang 13 erreicht hat. Für diese Abtastposition wird ein Wertepaar y_1, x_{1E} gespeichert.

Tritt der Laserstrahl 14 auf der gegenüberliegenden Seite über den Kantenübergang 13 wieder aus der Kontrollbohrung 3 aus, registriert der Empfänger 11 ein Signal „Licht aus“. Entsprechend wird für diese Abtastposition ein Wertepaar y_1, x_{1A} gespeichert.

Für jede Abtastzeile, in welcher der Laserstrahl 14 die Kontrollbohrung 3 überstreicht, werden die Positionen der Kantenübergänge aufgenommen, so daß für jede Kontrollbohrung 3 bis 6 nach der Abtastung eine Koordinatenmatrix der Form gespeichert ist:

y_1	x_{1E}	x_{1A}
y_2	x_{2E}	x_{2A}
y_3	x_{3E}	x_{3A}
.	.	.
y_n	x_{nE}	x_{nA}

In einer Auswerteschaltung wird nach bekannten Rechenoperationen aus der jeweiligen Koordinatenmatrix der Mittelpunkt der zugehörigen Kontrollbohrung errechnet. Aus der Lage der Mittelpunkte wird die reale Lage des Leiterplattensubstrates 2 relativ zum Auflagetisch 1 bzw. zum Belichtungssystem bestimmt und in der Folge werden aus dem Vergleich der Ist-Position zur Soll-Position Korrekturwerte ermittelt. Anhand der Korrekturwerte werden in der beschriebenen Weise entweder die Ausrichtung des Leiterplattensubstrates 2 relativ zur Belichtungseinrichtung oder die Modulationsdaten geändert.

In Fig.3 ist beispielhaft eine Anordnung zur Ausführung der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte dargestellt. Hier ist auf einem Auflagetisch (nicht dargestellt) ein Lei-

terplattensubstrat 2 mit mehreren Kontrollbohrungen abgelegt, von denen der folgenden Erläuterung aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich die Kontrollbohrung 3 zugrundegelegt werden soll. Unterhalb der Kontrollbohrungen sind im Auflagetisch (wie in Fig.2 beschrieben) Durchbrüche 15 eingearbeitet, denen jeweils ein optoelektronischer Empfänger 11 zugeordnet ist.

Über dem Auflagetisch ist die Belichtungseinrichtung angeordnet, in welcher eine Ablenkeinrichtung 16 für den Laserstrahl 14 vorgesehen ist. Die Ablenkeinrichtung 16 verfügt über einen drehbaren Polygonspiegel, auf den der Laserstrahl 14 gerichtet ist und durch den er während der Rotation des Polygonspiegels eine Ablenkung in Richtung der Koordinate X erfährt. Weiterhin ist ein Antrieb 17 zur Erzeugung einer Bewegung des Auflagetisches mit dem aufgelegten Leiterplattensubstrat 2 relativ zur Belichtungseinrichtung in Richtung der Koordinate Y vorgesehen.

Weiterhin sind für jede Koordinate X,Y Positionsmelder 18 und 19 vorhanden, die mit Linearmaßstäben 20 und 21 ausgestattet sind. Vom Positionsmelder 18 wird die jeweilige Ablenkposition x des Laserstrahles 14, vom Positionsmelder 19 die jeweilige Ablenkposition y des Laserstrahles 14 (bzw. die Tischposition) bei der Abtastung der Oberfläche des Leiterplattensubstrates 2 erfaßt und an eine Speicher- und Rechenschaltung 22 weitergegeben.

Tritt der Laserstrahl 14 während seiner Ablenkung in Richtung der Koordinate X beispielsweise durch die Kontrollbohrung 3 hindurch, trifft er auf die Empfangsfläche des darunter angeordneten optoelektronischen Empfängers 11 und löst ein Empfangssignal aus, das ebenfalls an die Speicher- und Rechenschaltung 22 ausgegeben wird. Das im Augenblick eines Kantenüberganges 13 am Umfang der Kontrollbohrung 3 ausgegebene Empfangssignal „Licht ein“ oder „Licht aus“ wird in der Speicher- und Rechenschaltung 22 der jeweiligen Ablenkposition x,y des Laserstrahles 14 zugeordnet, und es erfolgt wie oben beschrieben die Speicherung von Koordinatenmatritzen für alle Kantenübergänge.

Außerdem wird in der Speicher- und Rechenschaltung 22 aus diesen Koordinatenmatritzen die Lage der Mittelpunkte der Kontrollbohrungen errechnet und an Kontrollschaltungen 23, 24 und 25 ausgegeben. In der Kontrollschaltung 23 wird ein Vergleich der Ist-Positionen der Mittelpunkte mit deren Soll-Positionen in Y-Richtung vorgenommen

sowie gegebenenfalls eine Verdrehung des Leiterplattensubstrates 2 ermittelt; in der Kontrollschaltung 24 erfolgt derselbe Vergleich für die Koordinate X.

Die Kontrollschaltung 25 dient dem Vergleich der ermittelten realen Abstände zwischen zwei oder mehreren Kontrollbohrungen in den Koordinaten X und Y mit den Soll-Abständen zwischen diesen Kontrollbohrungen. Auf diese Weise werden geometrische Verzerrungen und damit Formabweichungen von Leiterplattensubstrat zu Leiterplattensubstrat ermittelt.

Zugleich werden in den Kontrollschaltungen 23, 24 und 25 Korrekturwerte ermittelt und ausgegeben. Dabei erfolgt die Ausgabe der Korrekturwerte für die Koordinate Y sowie die Ausgabe eines Verdrehwinkels an die Stelleinrichtung 17, die Ausgabe der Korrekturwerte für die Koordinate X jedoch an eine Modulationseinrichtung 26. Allein damit ist bereits eine Lagekorrektur des Leiterplattensubstrates 2 zum Koordinatensystem der Belichtungseinrichtung möglich. Sollten außer den Lageabweichungen zusätzlich Formabweichungen des Leiterplattensubstrates 2 vorhanden sein, so können über die Stelleinrichtung 17 zusätzliche Korrektursignale ausgegeben werden, die zu einer Veränderung der Ablenkgeschwindigkeit in Richtung Y und damit zu einer Korrektur der geometrischen Verzerrung in dieser Richtung führen. Weiterhin steht der Ausgang der Kontrollschaltung 25 mit einer Taktsynchronisierschaltung 27 in Verbindung, die einen zum Grundtakt der Ablenkung in Richtung X synchronisierten Belichtungstakt ausgibt, der in seiner Frequenz so korrigiert ist, daß ein erneutes Abtasten der Kontrollbohrungen die Ermittlung der exakten Soll-Positionen zum Ergebnis hätte.

Die genannte Anordnung erlaubt weiterhin durch Kontrollabtastung eines bekannten und vermessenen Normals 28, das mit Durchgangsbohrungen oder Marken in X- und/oder Y-Richtung versehen ist, eine selbständige Justierung des metrologischen Grundzustandes der Belichtungseinrichtung wie oben beschrieben.

Bei Anwendung dieser Anordnung lassen sich die Vorteile der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte im vollen Umfang erzielen.

Büro München / *Munich Offices*: Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices*: Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (036 41) 2 91 50 · Telefax: (036 41) 2 91 51

LIS Laser Imaging Systems GmbH
u.Z.: Pat 9026/1-98 DE

Jena, 03.07.1998

Patentansprüche

1. Verfahren zur Direktbelichtung von Leiterplattensubstraten, bei dem ein an seiner Oberfläche zumindest abschnittsweise mit einer fotoempfindlichen Schicht versehenes Leiterplattensubstrat anhand von Markierungen, deren räumliche Lage charakteristisch ist für die Lage und/oder für die Maßhaltigkeit des Leiterplattensubstrates, relativ zu einem Belichtungssystem ausgerichtet wird und bei dem nach dieser Ausrichtung die Oberfläche des Leiterplattensubstrates zumindest abschnittsweise Ort für Ort in X-Richtung und Zeile für Zeile in Y-Richtung mit einem Laserstrahl abgetastet wird, wobei der Laserstrahl in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Leiterbild-Layout in seiner Intensität und/oder seinen spektralen Eigenschaften moduliert und dabei der fotoempfindlichen Schicht das Leiterbild-Layout aufgeprägt wird, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß zunächst das Leiterplattensubstrat (2) grob zur Belichtungseinrichtung ausgerichtet wird,
 - daß danach das Leiterplattensubstrat (2) einer Kontrollabtastung mit dem Laserstrahl (14) unterzogen wird, wobei optisch wahrnehmbare, für die Lage des Leiterplattensubstrates (2) charakteristische Markierungen auf eine Detektionseinrichtung projiziert und dabei Positionssignale für diese Markierungen gewonnen werden,
 - daß aus diesen Positionssignalen die Ist-Positionen der Markierungen ermittelt und anschließend ein Vergleich der Ist-Positionen mit den Soll-Positionen der Markierungen vorgenommen wird,
 - daß aus diesem Vergleich Informationen über Lageabweichungen des Leiterplattensubstrates (2) relativ zur Belichtungseinrichtung, Informationen über Abweichungen von den Sollmaßen und/oder Informationen über geometrische Verformungen des Leiterplattensubstrates (2) ermittelt werden,

- daß aus diesen Informationen Korrekturwerte für eine Positionsänderung des Leiterplattensubstrates und/oder Korrekturwerte für die Modulations-Daten des Laserstrahles (14), bezogen auf die jeweiligen Ablenkpositionen in X und/oder Y-Richtung, gewonnen werden und
 - daß nach einer unter Zugrundelegung dieser Korrekturwerte vorgenommenen Positionsänderung des Leiterplattensubstrats und/oder Änderung der Modulations-Daten die Belichtung des Leiterplattensubstrates (2) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollabtastung mit einem Laserstrahl (14) vorgenommen wird, dessen Intensität und/oder spektrale Eigenschaften so vorgegeben sind, daß kein Belichtungsvorgang in Flächenabschnitten des Leiterplattensubstrates (2) auslöst wird, die einem Leiterbild vorbehalten sind.
 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollabtastung mit einem Laserstrahl (14) erfolgt, der die Intensität und/oder spektrale Eigenschaften des Belichtungsstrahles aufweist, wobei jedoch die Abtastung nicht über die gesamte Fläche des Leiterplattensubstrates (2) vorgenommen, sondern auf Kontrollareale (7,8,9,10) begrenzt wird, in denen optisch wahrnehmbare Markierungen liegen.
 4. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als optisch wahrnehmbare Markierungen Übergänge zwischen die Form und/oder die Richtung des Laserstrahles (14) unterschiedlich beeinflussenden Flächenabschnitten, Übergänge zwischen transparenten und nichttransparenten Flächenabschnitten und/oder Übergänge zwischen Flächenabschnitten unterschiedlicher Reflexionseigenschaften genutzt werden.
 5. Verfahren zur Belichtung von Leiterplattensubstraten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wobei jedes Leiterplattensubstrat (2) mindestens vier Kontrollbohrungen (3,4,5,6) aufweist, deren Lage charakteristisch ist für die Ausrichtung des Leiterplattensubstrates (2) in Bezug auf das Belichtungssystem und deren Abstände zueinander bei allen Leiterplattensubstraten (2) einem vorgegebenen Nennmaß entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß jeder Kontrollbohrung (3,4,5,6) des Leiterplattensubstrates (2) ein Kontrollareal (7,8,9,10) des Belichtungssystems zugeordnet wird,

- daß eine manuelle Grobausrichtung des Leiterplattensubstrates (2) so vorgenommen wird, daß von jeder Kontrollbohrung (3,4,5,6) mindestens ein Umfangsabschnitt innerhalb des zugeordneten Kontrollareales (7,8,9,10) liegt,
 - daß danach die Kontrollareale (7,8,9,10) mit einem Laserstrahl (14) Ort für Ort in X-Richtung und Zeile für Zeile in Y-Richtung abgetastet werden, wobei der Laserstrahl (14) jeweils dann ein Positionssignal an einer Detektoreinrichtung auslöst, wenn er in X-Richtung über die Umfangskante einer Kontrollbohrung (3,4,5,6) hinweg bewegt wird,
 - daß derartige Positionssignale für jedes Kontrollareal (7,8,9,10) erfaßt, jedem Positionssignal die entsprechenden Ablenkpositionen des Laserstrahles (14) als Wertepaare von X,Y-Koordinaten zugeordnet und die erfaßten Wertepaare als Koordinatenmatrizen gespeichert werden,
 - daß aus jeder Koordinatenmatrix der Mittelpunkt der zugehörigen Kontrollbohrung (3,4,5,6) errechnet, aus der Lage der Mittelpunkte die Ist-Positionen der Kontrollbohrungen (3,4,5,6) gewonnen, diese einem Vergleich mit den Soll-Positionen der Kontrollbohrungen (3,4,5,6) unterzogen, aus dem Vergleich Korrekturdaten ermittelt und anhand der Korrekturdaten eine Positionsänderung des Leiterplattensubstrates (2) und/oder eine Änderung der Modulations-Daten des Laserstrahles (14), bezogen auf dessen Ablenkpositionen in X und/oder Y-Richtung, vorgenommen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionen der Kontrollbohrungen (3,4,5,6) und der Kontrollareale (7,8,9,10) so vorgegeben werden, daß sie auf dem Leiterplattensubstrat außerhalb solcher Flächenabschnitte liegen, die einem Leiterbild vorbehaltenen sind.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Grobausrichtung des Leiterplattensubstrates (2) jede der Kontrollbohrungen (3,4,5,6) innerhalb eines ihr zugeordneten Kontrollareales (7,8,9,10) abgelegt wird, wobei das zugeordnete Kontrollareal (7,8,9,10) jeweils größer ist als die Fläche der betreffenden Kontrollbohrung (3,4,5,6).
8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche, mit einem Belichtungssystem für Leiterplattensubstrate (2), in dem eine oder mehrere Laserlichtquellen zur Erzeugung eines Laserstrahles (14), eine Modulationseinrichtung (26) zur Variation der Intensität der Laserstrahlung, eine

Ablenkeinrichtung (16) für den Laserstrahl (14) in mindestens den Koordinaten X und Y, eine Ansteuereinrichtung für die Modulationseinrichtung (26) und für die Ablenkeinrichtung (16) und ein Aufnahmetisch (1) für die Leiterplattensubstrate (2) vorgesehen sind, wobei die Leiterplattensubstrate (2) Kontrollbohrungen (3,4,5,6) aufweisen, die zur Ausrichtung relativ zum Belichtungssystem dienen, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß der Auflagetisch (1) mindestens an den Flächenabschnitten transparent ausgebildet ist, die bei manueller Ausrichtung eines Leiterplattensubstrates (2) zum Belichtungssystem von einer Kontrollbohrung (3,4,5,6) überdeckt werden,
 - daß an der der Auflagefläche des Auflagetisches (1) entgegengesetzten Seite mindestens eine Detektionseinrichtung so angeordnet ist, daß ein senkrecht auf die Auflagefläche gerichteter Laserstrahl (14) bei Durchgang durch eine Kontrollbohrung (3,4,5,6) ein Empfangssignal in der Detektionseinrichtung bzw. den Detektionseinrichtungen auslöst und
 - daß die Ausgänge der Detektionseinrichtung bzw. der Detektionseinrichtungen über eine Einrichtung zur Ermittlung und zur Ausgabe von Korrekturdaten mit der Modulationseinrichtung (26), der Ablenkeinrichtung (16) und/oder einem Antrieb (17) für den Auflagetisch (1) verbunden sind.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Auflagetisch (1) nicht transparent ausgeführt ist, jedoch an den Flächenabschnitten, die bei manueller Ausrichtung eines Leiterplattensubstrates (2) vom Kantenübergang (13) zu einer Kontrollbohrung (3,4,5,6) mindestens teilweise überdeckt sind, Durchbrüche (15) aufweist, wobei jedem Durchbruch (15) eine Detektionseinrichtung zugeordnet ist.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Detektionseinrichtungen optoelektronische Empfänger (11) mit einer in Empfangsrichtung vorgeordneten fokussierenden Optik (12) vorgesehen sind.
11. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Detektionseinrichtungen optoelektronische Flächensensoren vorgesehen sind, deren Empfangsflächen größer sind als die Flächen der Kontrollbohrungen (3,4,5,6) im Leiterplattensubstrat (2).

Büro München / Munich Offices: Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / Jena Offices: Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (036 41) 2 91 50 · Telefax: (036 41) 2 91 5 21

LIS Laser Imaging Systems GmbH
u.Z.: Pat 9026/1-98 DE

Jena, 03.07.1998

Bezugszeichenliste

1	Auflagetisch
2	Leiterplattensubstrat
3, 4, 5, 6	Kontrollbohrungen
7, 8, 9, 10	Kontrollareale
11	Optoelektronischer Empfänger
12	Optik
13	Kantenübergang
14	Laserstrahl
15	Durchbruch
16	Ablenkeinrichtung
17	Antrieb
18, 19	Positionsmelder
20, 21	Linearmaßstäbe
22	Speicher- und Rechenschaltung
23, 24, 25	Kontrollschaltungen
26	Modulationseinrichtung
27	Taktsynchronisierschaltung
28	Normal

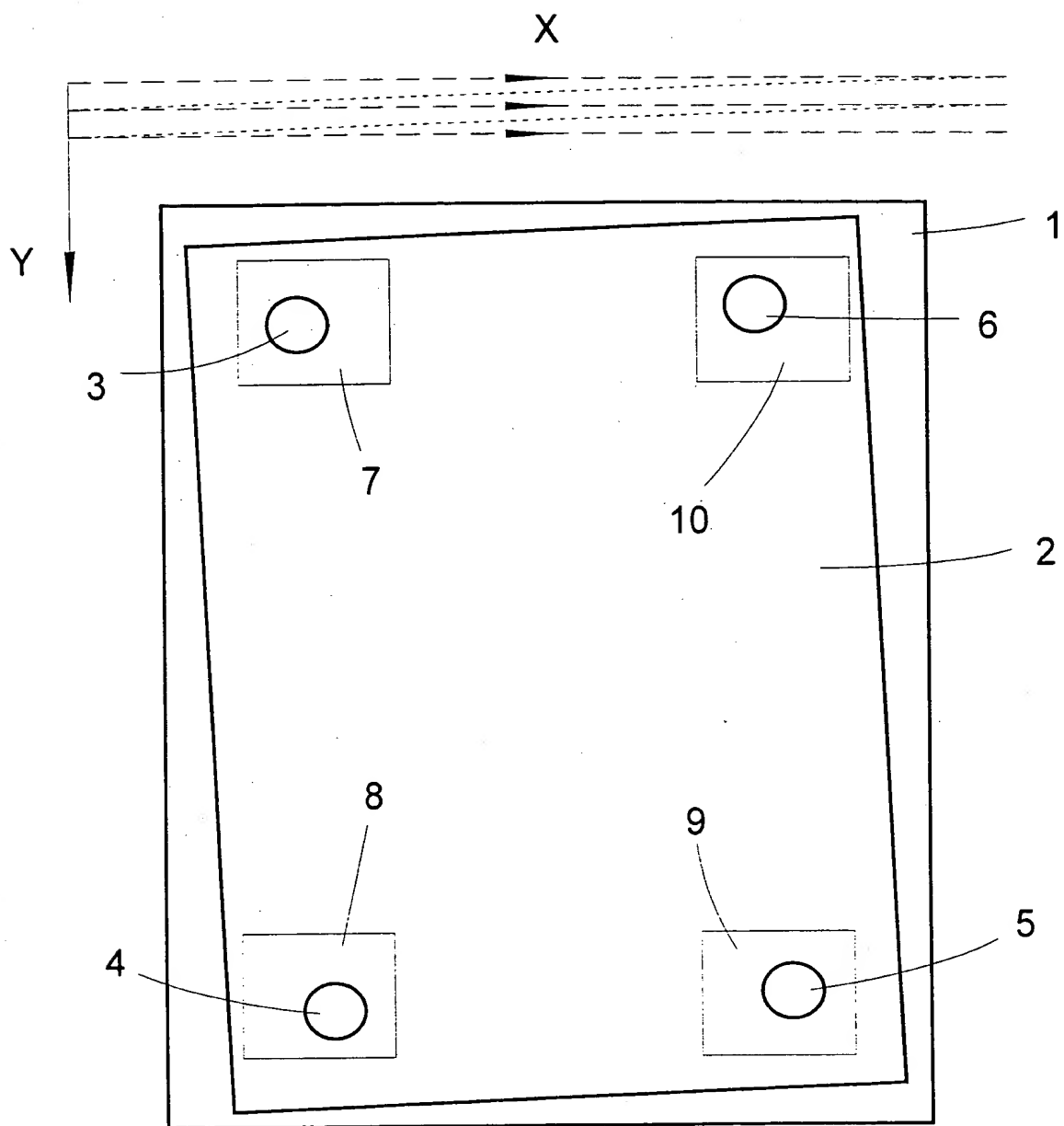


Fig.1

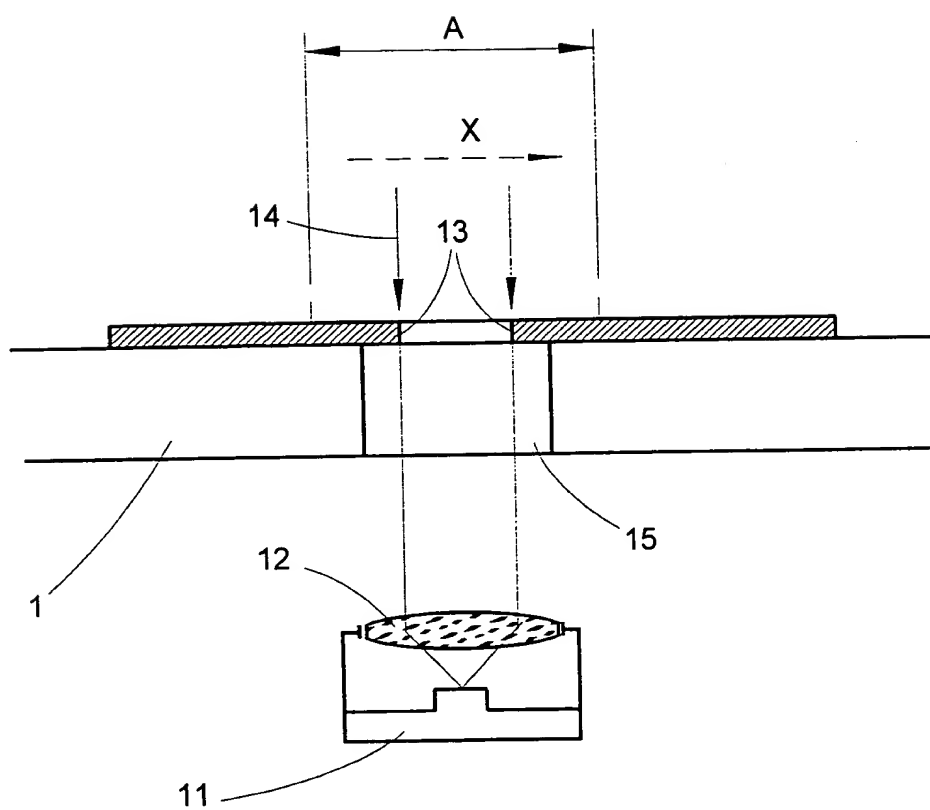


Fig.2

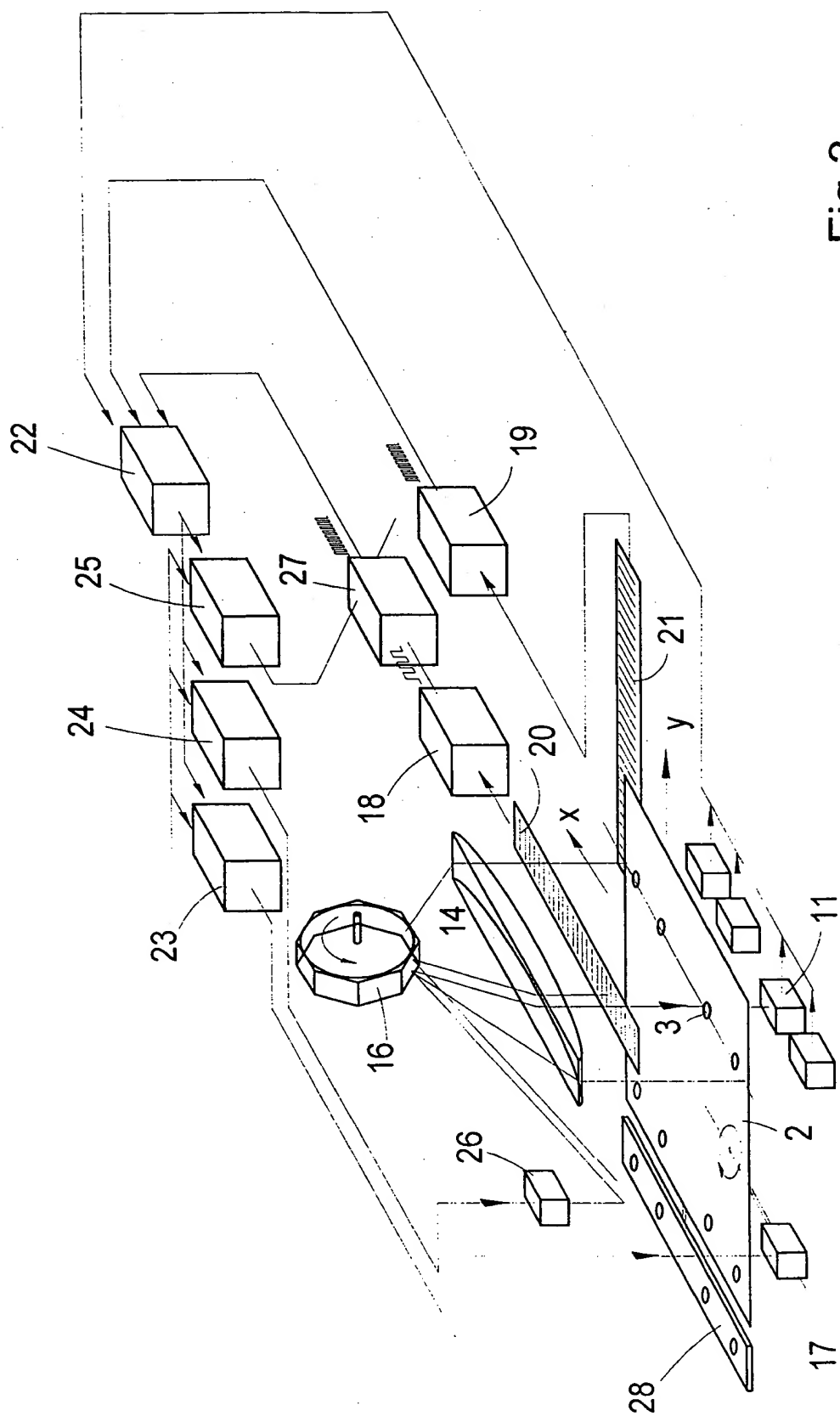


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)